5 дәріс. Макромолекулалардың түзілуінің сатылы үдерістері. Поликонденсация. Поликонденсацияның кинетикасы және механизмі

Дәрістің мақсаты

Студенттерге сатылы полимер түзілу үдерістерінің ерекшеліктерін, поликонденсация механизмін және оның тағам өнеркәсібіне арналған материалдарды алудағы маңызын түсіндіру.

Дәрістің міндеттері

- Сатылы полимер түзілу үдерістерін қарастыру;
- Поликонденсация реакцияларының ерекшеліктерін түсіндіру;
- Поликонденсация кинетикасының негізгі заңдылықтарын талдау;
- Сызықтық және кеңістіктік поликонденсацияны салыстыру;
- Поликонденсация өнімдерінің қасиеттерін бағалау.

Дәрістің қысқаша мазмұны

1. Сатылы полимер түзілу үдерістері

Сатылы полимер түзілу кезінде мономерлер мен реакцияға қабілетті функционалдық топтары бар төмен молекулалы қосылыстар біртіндеп әрекеттесіп, молекулалық массасы жоғары өнімдер түзеді. Реакция барысында алдымен димерлер мен олигомерлер, кейін жоғары молекулалы полимерлер пайда болуы мүмкін.

Сатылы полимер түзілу үдерістерінің негізгі ерекшелігі — молекулалардың реакцияға қабілетті функционалдық топтары арқылы біртіндеп қосылуы.

2. Поликонденсация туралы түсінік

Поликонденсация — екі немесе одан да көп функционалдық топтары бар мономерлердің сатылы әрекеттесуі нәтижесінде полимер түзілетін және көбіне су, спирт немесе басқа төмен молекулалы өнімдер бөлінетін үдеріс.

Поликонденсацияға қатысатын мономерлерде реакцияға қабілетті функционалдық топтар болуы керек. Мысалы:

- карбоксил топтары (-COOH);
- гидроксил топтары (-OH);
- амин топтары ($-NH_2$).

3. Поликонденсация механизмі

Поликонденсация кезінде функционалдық топтар химиялық реакцияға түсіп, жаңа химиялық байланыстар түзеді. Реакция нәтижесінде молекулалар біртіндеп іріленеді.

Мысалы, дикарбон қышқылы мен диолдың әрекеттесуі нәтижесінде полиэфир түзілуі мүмкін:

$$n\,HO-R-OH + n\,HOOC-R'-COOH \longrightarrow \text{полиэфир} + H_2O$$

Бұл теңдеу полиэфир түзілуінің жалпы сызбасын көрсетеді; нақты стехиометрия мен бөлінетін өнім мөлшері реакцияға қатысатын топтардың арақатынасына байланысты.

Поликонденсация кезінде функционалдық топтардың әрекеттесу дәрежесі жоғарылаған сайын молекулалардың орташа өлшемі мен полимердің молекулалық массасы артады.

4. Поликонденсация кинетикасы

Поликонденсация кинетикасы реакция жылдамдығының уақытқа, температураға, реагенттер концентрациясына және функционалдық топтардың әрекеттесу дәрежесіне тәуелділігін сипаттайды.

Үдеріске әсер ететін негізгі факторлар:

- бастапқы мономерлердің концентрациясы;
- функционалдық топтардың эквиваленттік арақатынасы;
- температура;
- катализатордың болуы;
- реакция кезінде түзілген төмен молекулалы өнімдерді жүйеден шығару мүмкіндігі.

Жоғары молекулалық массаға жету үшін функционалдық топтардың реакцияға түсу дәрежесінің жоғары болуы және реагенттер арақатынасының сәйкес келуі маңызды.

5. Сатылы полимер түзілу мен тізбекті полимерленудің айырмашылығы

Сипаттамасы	Сатылы полимер түзілу	Тізбекті полимерлену
Молекулалардың қосылуы	Функционалдық топтар арқылы біртіндеп	Белсенді орталыққа мономердің кезекпен қосылуы
Аралық өнімдер	Димерлер, олигомерлер түзілуі мүмкін	Белсенді өсіп келе жатқан тізбек түзіледі
Молекулалық массаның өсуі	Реакция дәрежесіне байланысты біртіндеп	Белсенді тізбектер өскен сайын артады
Мысалдар	Полиэфирлер, полиамидтер	Полистирол, полиметилметакрилат

Ескерту: сатылы полимер түзілу мен поликонденсация ұғымдары бірдей емес. Поликонденсация — сатылы үдерістердің төмен молекулалы өнімдердің бөлінуімен жүретін түрі; сатылы полимер түзілу кейбір жағдайларда жанама өнім бөлінбей де жүруі мүмкін.

6. Сызықтық және кеңістіктік поликонденсация

Сызықтық поликонденсация кезінде негізінен екі функционалдық топты мономерлер әрекеттесіп, ұзын тізбекті макромолекулалар түзеді. Мұндай полимерлерге көптеген полиамидтер мен полиэфирлер жатады.

Кеңістіктік поликонденсация кезінде үш немесе одан да көп функционалдық топтары бар мономерлердің қатысуымен көлденең байланыстар пайда болып, үш өлшемді торлы құрылым қалыптасады. Мұндай құрылымдар материалдың қаттылығы мен жылуға төзімділігін арттыруы мүмкін.

7. Поликонденсациялық полимерлердің мысалдары

- Полиэфирлер — диолдар мен дикарбон қышқылдарының немесе олардың туындыларының реакциялары арқылы алынуы мүмкін.
- Полиамидтер — амин және карбоксил топтары арасындағы реакциялар арқылы түзіледі.
- Фенолформальдегидті шайырлар — фенол мен формальдегидтің реакциялары нәтижесінде алынатын термореактивті материалдар.

Бұл полимерлердің қасиеттері олардың химиялық құрылысына, молекулалық массасына және көлденең байланыстардың болуына байланысты.

8. Поликонденсациялық полимерлердің тағам өнеркәсібіндегі қолданылуы

Поликонденсациялық полимерлер тағам өнімдерін қаптауға арналған материалдар мен қаптама құрылымдарының құрамында қолданылады. Мысалы, полиэфирлердің кейбір түрлері тағамдық қаптама пленкаларын өндіруде пайдаланылады.

Қолдану кезінде мына сипаттамалар ескеріледі:

- механикалық беріктік;
- газдар мен ылғалға тосқауылдық қасиеттер;
- жылулық тұрақтылық;
- химиялық төзімділік;
- тағаммен жанасуға арналған қауіпсіздік талаптарына сәйкестік.

Қорытынды

Поликонденсация — полимерлерді алудың маңызды әдістерінің бірі. Оның механизмі мен кинетикасын білу полимердің молекулалық массасын, құрылымын және соңғы қасиеттерін басқаруға мүмкіндік береді. Алынған материалдардың құрылымы мен қасиеттері олардың өнеркәсіпте, соның ішінде тағамдық қаптама өндірісінде қолданылу мүмкіндігін анықтайды.

Қарастырылатын негізгі сұрақтар

1. Сатылы полимер түзілу үдерістері.
2. Поликонденсация ұғымы.
3. Поликонденсация механизмі.
4. Поликонденсация кинетикасы.

5. Сызықтық және кеңістіктік поликонденсация.
6. Поликонденсациялық полимерлердің қолданылуы.

Дәрістің соңында студент:

- поликонденсацияның механизмін түсіндіре алады;
- сатылы және тізбекті процестердің айырмашылығын сипаттай алады;
- поликонденсация өнімдерінің қасиеттерін бағалай алады.

Ұсынылатын әдебиеттер

Негізгі әдебиеттер

1. Ерғожин Е.Е. *Жоғары молекулалық қосылыстар химиясы*. – Алматы: Альманах, 2019. – 451 б.
2. Ерғожин Е.Е., Құрманәлиев М.Қ. *Полимерлердің химиясы мен физикасы*. – Алматы: ҚР ЖОО қауымдастығы, 2012. – 391 б.
3. Семчиков Ю.Д. *Высокомолекулярные соединения*. – М.: Академия, 2008. – 366 с.
4. Киреев В.В. *Высокомолекулярные соединения*. – М.: Юрайт, 2020. – Т.1. – 365 с.

Қосымша әдебиеттер

1. Gutiérrez T.J. (Ed.). *Polymers for Food Applications*. – Springer, 2018. – 684 p.
2. Phillips G.O., Williams P.A. *Handbook of Hydrocolloids*. – 3rd ed. – Woodhead Publishing, 2021. – 948 p.
3. Han J.H. *Innovations in Food Packaging*. – 3rd ed. – Academic Press, 2024. – 640 p.